



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen:  
㉑ Anmeldetag:  
㉒ Offenlegungstag:

P 31 34 912.9-52  
3. 9. 81  
17. 3. 83

㉓ Anmelder:  
Werner Messmer GmbH & Co KG, 7760 Radolfzell, DE

㉔ Erfinder:  
Schülzke, Peter, Dipl.-Ing., 7760 Radolfzell, DE

DE 3134912 A1

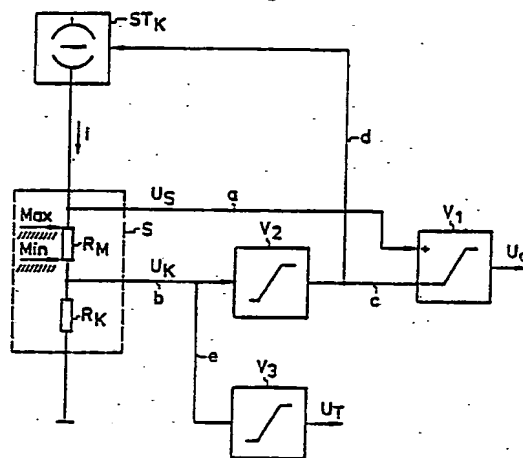
Verbreitung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit zumindest teilweise gefüllten Behälter

Die Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit gefüllten Behälter, insbesondere in einem Kraftstofftank, verwendet in Reihenschaltung einen aufheizbaren, in die Flüssigkeit ein- und austauchenden Meßwiderstand und einen auch bei Minimumflüssigkeitsstand in die Flüssigkeit eingetauchten Kompensationswiderstand und eine Auswertschaltung, die das zugeleitete Meßsignal und Kompensationssignal unter Differenzbildung verarbeitet. Der Strom der Konstantstromquelle für den Meßwiderstand und den Kompensationswiderstand wird über einen einstellbaren Rückkopplungskreis in begrenzter Stärke gesteuert. (31 34 912)

Fig. 1



BEST AVAILABLE COPY

DE 3134912 A1

Firma Werner Messmer GmbH & Co. KG.

Radolfzell am Bodensee

---

Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit zumindest teilweise gefüllten Behälter

---

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit zumindest teilweise gefüllten Behälter, insbesondere in einem Kraftstofftank, mit einem an eine Konstantstromquelle angeschlossenen, von dieser aufheizbaren Meßwiderstand mit relativ hohem Temperaturkoeffizienten, der in die Flüssigkeit eintauchend angeordnet ist, einem ebenfalls an eine Konstantstromquelle angeschlossenen Kompensationswiderstand mit relativ hohem Temperaturkoeffizienten, der auch in die Flüssigkeit tauchend angeordnet ist, einer Auswertschaltung, die das zugeleitete Meßsignal und das Kompensationssignal unter Differenzbildung verarbeitet und eine dem jeweiligen Flüssigkeitsstand entsprechende Anzeige bewirkt, wobei der Strom durch den Meßwiderstand abhängig von der Temperatur über dem Flüssigkeitsspiegel gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationswiderstand ( $R_K$ ) auch bei Minimumflüssigkeitsstand in Flüssigkeit tauchend angeordnet ist, daß Kompensations- und Meßwiderstand ( $R_M$ ) in Reihe geschaltet und an eine gemeinsame Konstantstromquelle ( $ST_K$ ) angeschlossen sind und daß ein einstellbarer Rückkopplungs-

- 2 -

kreis zwischen Eingang der Auswertschaltung ( $V_i$ ) für das Kompensationssignal ( $U_K$ ) und Konstantstromquelle vorhanden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationswiderstand ( $R_K$ ) zusätzlich an eine Temperaturanzeige ( $U_T$ ) angeschlossen ist.

Patentanwälte  
Dipl.-Ing. E. Fds.  
Dipl.-Ing. K. Sch.  
8 München 10, Gieselerstr.

Firma Werner Messmer GmbH & Co. KG  
Radolfzell am Bodensee

---

Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen Messung  
des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit zumindest  
teilweise gefüllten Behälter

---

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit zumindest teilweise gefüllten Behälter mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 1.

Im Kraftfahrzeug wird neben der Anzeige des Füllstandes des Kraftstoffbehälters zunehmend die analoge Füllstandsanzeige für Kühlwasser und Öl gewünscht. Gegenüber schaltenden, z.B. die Unterschreitung eines minimalen Füllstandes meldenden Grenzwertmeldern bieten analoge Anzeigen die Möglichkeit zur wesentlich vorausschauenderen Nachfüllung und Erkennung von Fehlern.

Analoge Füllstandsmeßeinrichtungen, die die Widerstandsänderung eines beheizten, mit hohem  $T_K$  behafteten und zwischen minimalem und maximalem Füllstand angeordneten Widerstandssensors ausnutzen, sind allgemein bekannt.

Aus den DE-OS 14 73 132, 24 55 198, 27 18 295 und den DE-AS 21 40 963 und 28 41 889 sind Anordnungen bekannt, die aus zwei Widerständen bestehen, wobei jeweils nur ein Widerstand abhängig vom Füllstand auf eine Übertemperatur gegenüber dem

ihn umgebendem Medium geheizt wird, während der zweite Widerstand zur Erfassung der Flüssigkeitstemperatur und Kompensation des Flüssigkeitsstandssignals dient. Sofern der Füllstand einer Flüssigkeit mit wechselnder Temperatur zu erfassen ist, ist ohne eine solche Kompensation nicht auszukommen, da eine resultierende Temperatur des Meßwiderstandes aus Flüssigkeitstemperatur und Öbert-emperatur vorliegt. So kann z.B. eine Einwiderstandseinrichtung ohne Kompensationswiderstand den gleichen resultierenden Widerstand im Fall niederer Flüssigkeitstemperatur und niederem Füllstand, wie auch im Fall hoher Temperatur und hohem Füllstandes haben. Zur Beseitigung dieser Mehrdeutigkeit ist ein Sensor mit Kompensationswiderstand unbedingt erforderlich.

Die DE-OS 24 55 198, 14 7 3 132 und die DE-AS 21 40 963, 28 41 889 beschreiben Schaltungsanordnungen zur Bildung eines möglichst kompensierten Füllstandssignals, wobei geeignet verstärkte Signalspannungen in Relation zueinander bzw. voneinander subtrahiert werden. Bei beiden bekannten Auswertmethoden verbleibt aber eine erhebliche Temperaturabhängigkeit, insbesondere des Füllstandssignals bei niederem Niveau, also ausgetauchtem Meßfühler. Die Ursache hierfür liegt darin, daß nicht nur der Meß- und Kompensationsteil des Sensors einen temperaturabhängigen Widerstand hat, sondern daß auch der Wärmewiderstand des ausgetauchten Meßteils des Sensors temperaturabhängig ist.

In der DE-AS 28 41 889 wird eine zur Temperatur über der Flüssigkeit gegenläufige Änderung der Heiz-/Meßströme für einen Sensor beschrieben, der parallel angeordnete Widerstände aufweist. Die vorhandene Regelschaltung steuert den Strom der den Sensor speisenden Stromquelle in Abhängigkeit von der Temperatur über dem Flüssigkeitsspiegel. Die beschriebene Einflußnahme auf den Strom ist für einen Öl/Wasser-Sensor, wo aus Genauigkeitsgründen und zur Erlangung eines großen Meßeffektes z.B. ein 0,1 mm Ø Nickel-Eisen-Draht auf ca. 100°C Öbertemperatur gebracht wird, gerade verkehrt. Außerdem ist es aus Kostengründen wünschenswert, keine

extra Regelschaltung anwenden zu müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Schaltungsanordnung nach der DE-AS 28 41 889 dahingehend zu verbessern, daß sie einfacher und daher billiger aufgebaut werden kann und trotzdem präziser arbeitet.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den die Erfindung kennzeichnenden Merkmalen nach dem Patentanspruch 1.

Nach der Erfindung wird zweckmäßigerweise von dem mit Konstantstrom betriebenen, zweigeteilten Sensor mit Subtraktionsauswertung ausgegangen. Für eine solche Sensoranordnung ergibt sich ein temperaturabhängiger Restfehler, derart, daß das Flüssigkeitsstandssignal für niederen Flüssigkeitsstand (teilweise bzw. ganz ausgetauchter Meßwiderstand) mit wachsender Temperatur kleiner wird. Die Ursache liegt darin, daß der Widerstand des ausgetauchten, von der umgebenden Luft (gasförmiges Medium) beeinflussten Meßwiderstandsteils mit wachsender Temperatur sinkt. Man muß deshalb bei hoher Umgebungstemperatur einen größeren Heizstrom, als bei tieferer Umgebungstemperatur aufwenden, um zu einer Übertemperatur zu kommen, die den gleichen  $\Delta U_S$ -Effekt bei einem bestimmten Flüssigkeitsstand bringt. Kostengünstig und präzise realisierbar ist das durch eine einstellbare Rückkopplung des  $U_K$ -Signals auf den (ursprünglich konstanten) Heizstrom für den Sensor in dem Sinne, daß ein  $U_K$ -Signal entsprechend höherer Temperatur zur abgestimmten Erhöhung des Heizstromes führt, so daß sich konstante  $U_a = U_S - V_K U_K$  im gesamten Temperaturbereich für gleiche Flüssigkeitsstände ergeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1            ein Blockschaltbild der Meßvorrichtung  
und  
Fig. 2            ein Schaltbild.

Die Vorrichtung zur kontinuierlichen Messung des Füllstandes in einem mit Flüssigkeit gefüllten Behälter weist einen im Behälter angeordneten Sensor S auf, der von zwei in Reihe geschalteten Widerständen  $R_M$  und  $R_K$  gebildet wird. Der Meßwiderstand  $R_M$  taucht in die Flüssigkeit ein. Dabei kann der Flüssigkeitsstand sich zwischen "max" und "min" verändern. Bei dem Flüssigkeitsstand "max" ist der Meßwiderstand  $R_M$  voll eingetaucht. Bei dem Flüssigkeitsstand "min" wird der Meßwiderstand nicht mehr von Flüssigkeit umhüllt.

Der in Reihe geschaltete Kompensationswiderstand  $R_K$  taucht ständig voll in die Flüssigkeit ein.

Ein ausgeführter Sensor S besteht aus 0,1...0,2 mm Ø Nickel- oder Nickeisen-Widerstandsdraht. Je nach der gewünschten Impedanz und Flüssigkeitsstandcharakteristik ist eine stabförmige oder um einen Trägerkörper gewendelte Anordnung des Sensorelementes möglich.

Der Sensor S wird von einer Konstantstromquelle  $ST_K$  gespeist. Diese Konstantstromquelle liefert einen Strom  $i$  mit konstantem Wert, so lange die Temperatur der Flüssigkeit im Behälter einen gleichbleibenden Wert besitzt. Der Wert des Stromes  $i$  ist dabei unabhängig von dem Flüssigkeitsstand im Behälter.

Der Strom  $i$  besitzt einen solchen Wert, daß die Widerstände  $R_M$  und  $R_K$ , die beide einen relativ hohen Temperaturkoeffizienten besitzen, aufgeheizt werden. Für einen gebauten Öl/Wasser-Sensor erfolgt dabei eine Aufheizung auf ca. 100°C Übertemperatur gegenüber derjenigen des im Behälter bei abge-  
saktem Flüssigkeitsstand vorhandenen gasförmigen Medium.

- 7 -

An dem Sensor S mit dem Widerstand  $R_S = R_K + R_M$  entsteht ein Meßsignal  $U_S$ , das über eine Leitung a an den positiven Eingang eines Differenzverstärkers  $V_1$  geleitet wird.

An dem Kompensationswiderstand  $R_K$  fällt das Kompensations-signal  $U_K$  ab, welches über eine Leitung b dem Eingang eines Verstärkers  $V_2$  zugeleitet wird. Der Ausgang dieses Verstärkers  $V_2$  ist über eine Leitung c an den negativen Eingang des Differenzverstärkers  $V_1$  angeschlossen.

Der Ausgang des Differenzverstärkers  $V_1$  liefert das Anzeigesignal  $U_a = U_S - V_K \times U_K$ , wobei  $V_K = \frac{R_S}{R_K} = \frac{R_M + R_K}{R_K}$  ist.

Um Änderungen der Temperatur der Flüssigkeit zu kompensieren, ist der Ausgang des Verstärkers  $V_2$  über eine Leitung d an die Konstantstromquelle  $ST_K$  angeschlossen. Über diese Rückkopplung, vorzugsweise als Mitkopplung ausgebildet, wird diese Konstantstromquelle  $ST_K$  so gesteuert, daß ein  $U_K$ -Signal entsprechend höherer Temperatur der Flüssigkeit zur abgestimmten Erhöhung des Heizstromes  $i$  führt, so daß sich konstante Werte  $U_a = U_S - V_K \times U_K$  im gesamten Temperaturbereich für gleiche Flüssigkeitsstände ergeben.

Die einstellbare Rückkopplung kompensiert die Temperaturabhängigkeit des Wärmewiderstandes des ausgetauchten  $R_M$ -Widerstandes zum über der Flüssigkeit befindlichen gasförmigen Medium (Luft). Das gasförmige Medium ist mehr oder weniger mit verdampfter Flüssigkeit gesättigt. Das ergibt wiederum eine Abhängigkeit des Wärmewiderstandes von der Flüssigkeit. Hieraus folgt, daß die Sensorausgangssignale, z.B. bei Wasser und Öl, unterschiedlich sind. Zur billigen und präzisen Flüssigkeitsstandmessung sind somit unterschiedliche Grade der Rückkopplung notwendig und einstellbar.

- 8 -



Zusätzlich kann noch eine Temperaturanzeige erfolgen, wozu die Leitung b, an der das Kompensationssignal  $U_K$  auftritt, über eine Leitung e mit einem Verstärker  $V_3$  verbunden ist, dessen Ausgang ein Temperaturanzeigesignal  $U_T$  für eine nicht dargestellte Anzeigevorrichtung liefert.

Die in Fig. 2 dargestellte, ausgeführte Schaltung setzt sich aus allgemein bekannten und leicht realisierbaren Teilschaltungen, wie Spannungsstabilisierung, Stromquelle, Verstärker, zusammen und braucht daher nicht allzu detailliert beschrieben werden. Die Konstantstromquelle  $ST_K$  nach Fig. 1 umfaßt einen Transistor  $T_1$  und einen Operationsverstärker  $B_1$ . Mit ihren peripheren Bauelementen ergibt sich eine präzise, geregelte Stromquelle. Der Operationsverstärker  $B_1$  regelt auf eine präzise Speisespannung an  $R_1$ . Über einen präzisen Widerstand  $R_1$  ergibt sich so ein präziser Strom  $i$ , der dem Sensor S zufließt.

Die mit den Widerständen  $R_4$ ,  $R_5$  und den Zenerdioden  $D_1$  und  $D_2$  kaskadierte Referenzspannungserzeugung ergibt einen über weite Batteriespannungs- und Temperaturbereiche stabilen Referenzwert. Über die Spannungsteilerwiderstände  $R_2$ ,  $R_3$  wird die Basisvorspannung für den Transistor  $T_1$  erzeugt. Der positive Eingang des Operationsverstärkers  $B_1$  liegt am von den Widerständen  $R_7$ ,  $R_6$  gebildeten Spannungsteiler, der an der Referenzspannung liegt. Der negative Eingang des Operationsverstärkers  $B_1$  wird über den Widerstand  $R_8$  von der am Widerstand  $R_1$  abfallenden Speisespannung gespeist. Außerdem liegt im peripheren Kreis der Widerstand  $R_{12}$ .

Der Ausgang des Operationsverstärkers  $B_1$  ist über den Widerstand  $R_9$  an die Basis des Transistors  $T_1$  angeschlossen.

Über die Widerstände  $R_{10}$  und  $R_{11}$  wird die Rückkopplung des temperaturabhängigen Kompensationssignals  $U_K$  vorgenommen.

Der Operationsverstärker  $B_2$  bildet mit seinen peripheren Bauelementen einen Verstärker für das  $U_K$ -Signal. Er arbeitet mit der erforderlichen Verstärkung  $V_K = \frac{R_M + R_K}{R_K}$ . Das  $U_K$ -Signal

wird über den Widerstand  $R_{21}$  und den Widerstand  $R_{22}$  dem positiven Eingang zugeleitet. Der negative Eingang ist an die Widerstände  $R_{23}$  und  $R_{24}$  angeschlossen. Sein Ausgang ist mit der Basis des Transistors  $T_2$  verbunden, dessen Emitter am Widerstand  $R_{25}$  liegt. Der Kollektor leitet das verstärkte  $U_K$ -Signal weiter an die Widerstände  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ . Durch diese Schaltungsanordnung wird eine relativ rückwirkungsfreie Ankopplung weiterer Stufen und die Rückkopplung des  $V_K \times U_K$ -Signals in die Stromquelle gegen die Plus-Leitung ermöglicht.

Der Differenzverstärker wird von dem Operationsverstärker  $B_3$  mit seinen peripheren Bauelementen gebildet. Er dient zur Gewinnung der erforderlichen Verknüpfung  $U_S - V_K \times U_K$ . Entsprechend  $R_{29}/R_{27} = R_{28}/R_{26}$  verstärkt er das Differenzsignal, so daß das resultierende Flüssigkeitsstands signal  $U_h$  einen großen Teil des Batteriespannungsbereiches ausnutzt.

Das Sensorsignal  $U_S$  wird über den Widerstand  $R_{26}$  dem positiven Eingang des Operationsverstärkers  $B_3$  zugeleitet, während sein negativer Eingang über den Widerstand  $R_{27}$  an den Emitter des Transistors  $T_2$  angeschlossen ist. Der Widerstand  $R_{29}$  ist vom negativen Eingang zum Ausgang angeschlossen.

Der Operationsverstärker  $B_4$  bildet mit seinen peripheren Bauelementen einen Verstärker, welcher die Temperaturanzeige eines bestimmten Teils des Kompensationssignals  $U_K$  in gespreizter Form erlaubt. Hierzu ist der positive Eingang über den Widerstand  $R_{30}$  an den Transistor  $T_2$  angeschlossen. Der Widerstand  $R_{31}$  liegt gegen die negative Batteriespannungsleitung.  $R_{33}$  und  $R_{34}$  liegen am negativen Eingang des Operationsverstärkers.

Am Ausgang kann die Spannung  $U_T$  für die Temperaturanzeige abgenommen werden.

Die Transistoren  $T_3$  und  $T_4$  mit ihren peripheren Bauelementen, den Widerständen  $R_{13}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$ ,  $R_{17}$ ,  $R_{18}$ ,  $R_{19}$  und  $R_{20}$  sowie der Diode  $D_4$  bilden einen Spannungsregler, der genaue, zur Arbeitspunkteinstellung der Verstärker notwendige Referenzspannungen erzeugt.

Der Kondensator  $C_1$  und die Diode  $D_3$  bilden als periphere Bauelemente mit dem Widerstand  $R_{12}$  einen Überspannungsschutz für die Versorgungsspannung der Operationsverstärker  $B_1 \dots B_4$ .

s t ü c k l i s t e

R <sub>1</sub>	10 $\Omega$ $\pm$ 5 %	TK 100 ppm
R <sub>2</sub>	1,6 K $\Omega$ "	
R <sub>3</sub>	1,3 K $\Omega$ "	
R <sub>4</sub>	270 $\Omega$ "	
R <sub>5</sub>	620 $\Omega$ "	
R <sub>6</sub>	1,8 K $\Omega$ "	
R <sub>7</sub>	ca. 3,2 K $\Omega$ "	
R <sub>8</sub>	10 K $\Omega$ "	
R <sub>9</sub>	6,8 K $\Omega$ "	
R <sub>10</sub>	ca. 20K $\Omega$ "	
R <sub>11</sub>	ca. 700 $\Omega$ "	
R <sub>12</sub>	15 $\Omega$ "	1 Watt Draht
R <sub>13</sub>	300 $\Omega$ "	
R <sub>14</sub>	1 K $\Omega$ "	
R <sub>15</sub>	Abgleich ca. 0,1 K $\Omega$	
R <sub>16</sub>	4,3 K $\Omega$ $\pm$ 1 %	
R <sub>17</sub>	5,6 K $\Omega$ "	
R <sub>18</sub>	6,2 K $\Omega$ "	
R <sub>19</sub>	2,4 K $\Omega$ "	
R <sub>20</sub>	1,5 K $\Omega$ "	
R <sub>21</sub>	20 K $\Omega$ "	
R <sub>22</sub>	100 K $\Omega$ "	
R <sub>23</sub>	20 K $\Omega$ "	

R <sub>24</sub>	100 K $\Omega$	$\pm$	1 %
R <sub>25</sub>	1 K $\Omega$		"
R <sub>26</sub>	10 K $\Omega$		"
R <sub>27</sub>	10 K $\Omega$		"
R <sub>28</sub>	62K $\Omega$		"
R <sub>29</sub>	62K $\Omega$		"
R <sub>30</sub>	10K $\Omega$		"
R <sub>31</sub>	51K $\Omega$		"
R <sub>33</sub>	51K $\Omega$		"
R <sub>34</sub>	10 K $\Omega$		"

C<sub>1</sub> 100  $\mu$  F

D<sub>1</sub> ZPD 8,2

D<sub>2</sub> ZPD 5,1

D<sub>3</sub> ZY 20

D<sub>4</sub> ZPD 5,1

T<sub>1</sub> BD 876

T<sub>2</sub> BC 237

T<sub>3</sub> BC 635

T<sub>4</sub> BC 237

B<sub>1</sub> 1 LM 2902

B<sub>2</sub> 1 "

B<sub>3</sub> 1 "

B<sub>4</sub> 1 "

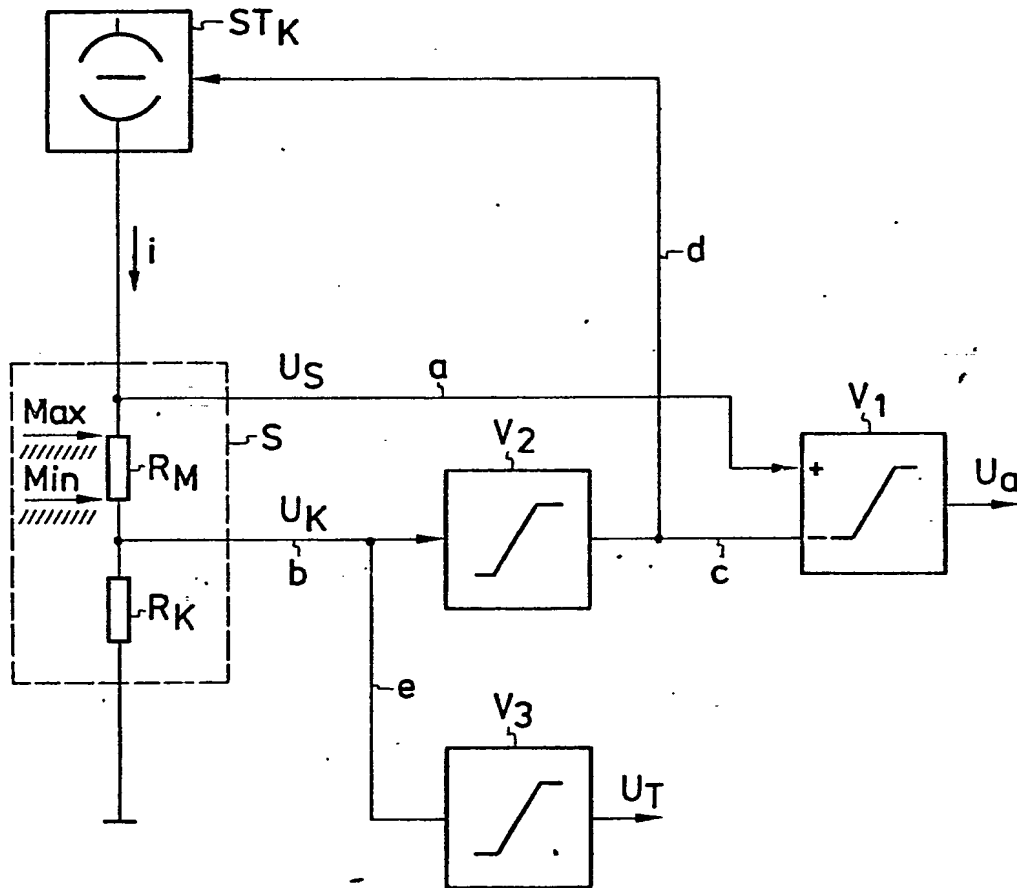
13  
Leerseite

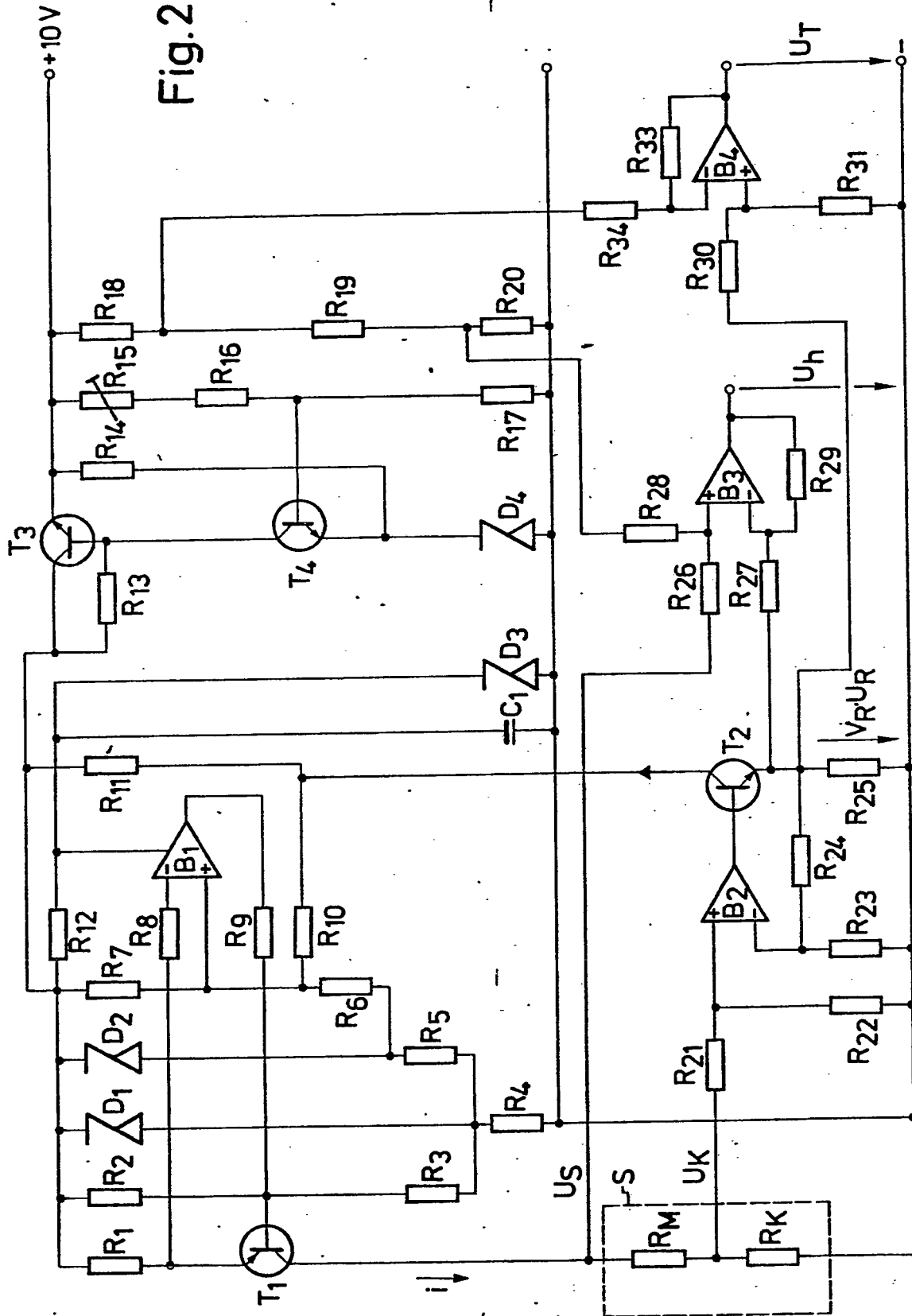
2/1  
 15

Nummer:  
 Int. Cl.<sup>3</sup>:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

3134912  
 G01F 23/22  
 3. September 1981  
 17. März 1983

Fig. 1









## Electrical measurement of the level of liquid in a container

**Patent number:** DE3134912  
**Publication date:** 1983-03-17  
**Inventor:** SCHUELZKE PETER DIPL ING (DE)  
**Applicant:** MESSMER KG WERNER (DE)  
**Classification:**  
- international: **G01F23/24; G01F23/24;** (IPC1-7): G01F23/22  
- european: G01F23/24C2  
**Application number:** DE19813134912 19810903  
**Priority number(s):** DE19813134912 19810903

Also published as:

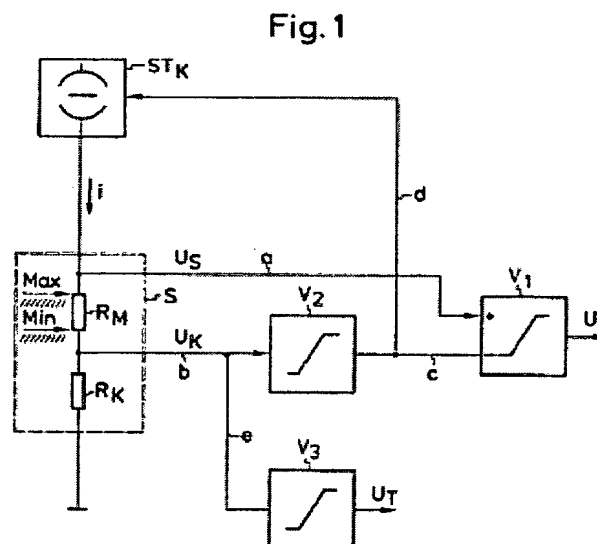
 GB2105476 (A)  
 FR2512201 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE3134912

Abstract of corresponding document: **GB2105476**

An arrangement for continuous measurement of the level of liquid in a container or tank, e.g. a fuel tank, uses the series-connection of a heatable measuring resistor  $R_M$  which is generally partially immersed in the liquid, and a compensation resistor  $R_K$  which is immersed in the liquid even at the minimum level thereof, and an evaluating circuit  $V_1$  which processes the incoming measurement signal and the compensation signal to form a differential signal. A constant current supply  $ST_K$  for the measuring resistor  $R_M$  and the compensation resistor  $R_K$  is controlled to a limited value via a feedback circuit, d.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Docket # 2003P13373

Applic. # \_\_\_\_\_

Applicant: BOLZ

Lerner Greenberg Sterner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**